

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :  
Hideki MORIAI et al. :  
Serial No. NEW : **Attn: APPLICATION BRANCH**  
Filed January 5, 2004 : Attorney Docket No. 2003-1894A

PROPULSION DEVICE, FLYING OBJECT  
COMPRISING THE SAME AND  
PROPULSION DEVICE IGNITING METHOD

---

**CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

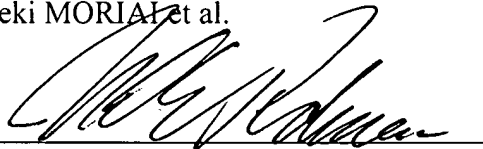
Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2003-049481, filed February 26, 2003, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Hideki MORIAI et al.

By



Nils E. Pedersen  
Registration No. 33,145  
Attorney for Applicants

NEP/krq  
Washington, D.C. 20006-1021  
Telephone (202) 721-8200  
Facsimile (202) 721-8250  
January 5, 2004

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED  
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE  
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT  
ACCOUNT NO. 23-0975

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

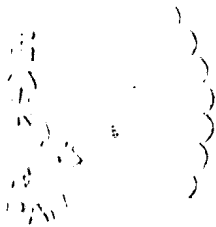
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   2 月 2 6 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 4 9 4 8 1  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 0 4 9 4 8 1 ]

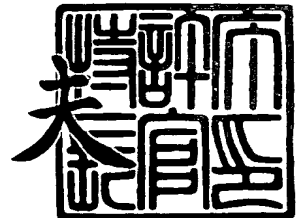
出      願      人            三 菱 重 工 業 株 式 会 社  
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 0 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 200203328

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F23C 11/00 306

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県小牧市大字東田中 1 2 0 0 番地 三菱重工業株式会社名古屋誘導推進システム製作所内

    【氏名】 森合 秀樹

【発明者】

    【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社長崎研究所内

    【氏名】 安武 昭典

【発明者】

    【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社長崎研究所内

    【氏名】 薦谷 博之

【発明者】

    【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社長崎研究所内

    【氏名】 西田 満

【特許出願人】

    【識別番号】 000006208

    【氏名又は名称】 三菱重工業株式会社

    【代表者】 西岡 喬

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 005290

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 推進装置及びそれを含む飛行物体並びに推進装置の着火方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃烧室に設けられた予熱手段と、  
前記燃烧室に向けて開口した液体燃料供給手段と、  
前記燃烧室に設けられた表面積増大手段と、  
前記燃烧室に向けて開口した酸化剤供給手段と  
前記酸化剤供給手段に接続した酸化剤貯留手段と、  
前記酸化剤貯留手段の内部に貯留された過酸化水素と  
を含んでなる推進装置。

【請求項 2】 前記液体燃料供給手段の開口する向き及び前記酸化剤供給手段の開口する向きのうち、少なくとも一方は、前記表面積増大手段に向かうベクトルを含む  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の推進装置。

【請求項 3】 前記表面積増大手段に接続して熱を供給する予熱手段をさらに含んでなる  
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 のいずれかに記載の推進装置。

【請求項 4】 前記表面積増大手段の形状は、網形状、複数の網を積層させた積層網形状、又はハニカム形状の群から選ばれるいずれかの形状を有する  
ことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の推進装置。

【請求項 5】 前記表面積増大手段の化学種は、銀、白金、パラジウム、ルテニウム及びイリジウムの群から選ばれるいずれか一以上である  
ことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の推進装置。

【請求項 6】 前記表面積増大手段は、  
セラミックからなる担持体と、  
前記担持体に接触して配置された触媒とからなり、  
前記触媒の化学種は、銀、白金、パラジウム、ルテニウム及びイリジウムの群から選ばれるいずれか一以上である  
ことを特徴とする請求項 5 に記載の推進装置。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の推進装置を含む飛行物体。

【請求項 8】 前記飛行物体は人工衛星、軌道上作業機、月探査機、惑星探査機、誘導飛しょう体及び打ち上げロケットのいずれかであることを特徴とする請求項 7 に記載の推進装置を含む飛行物体。

【請求項 9】 燃烧室の内部に備えられた表面積増大手段を予熱する予熱工程と、  
前記燃烧室に液体燃料を供給する燃料供給工程と、  
前記表面積増大手段に前記液体燃料を接触させる燃料接触工程と、  
前記燃烧室に酸化剤を供給する酸化剤供給工程と、  
前記表面積増大手段に前記酸化剤を接触させる酸化剤接触工程と、  
を経てなる推進装置の着火方法。

【請求項 1 0】 前記液体燃料の供給される向き及び前記酸化剤の供給される向きのうち、少なくとも一方は前記表面積増大手段に向かうベクトルを含むことを特徴とする請求項 9 に記載の推進装置の着火方法。

【請求項 1 1】 前記予熱工程は前記表面積増大手段に熱を供給する工程である  
ことを特徴とする請求項 9 又は 1 0 のいずれかに記載の推進装置の着火方法。

【請求項 1 2】 前記酸化剤の化学種は過酸化水素である  
ことを特徴とする請求項 9 ないし 1 1 のいずれかに記載の推進装置の着火方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0 0 0 1】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、推進装置及びその着火方法に関し、特に人工衛星、月探査機、惑星探査機、軌道上作業機、飛しょう体及び打ち上げロケット等の姿勢制御に求められる、応答性に優れた推進装置及びその着火方法に関する。

##### 【0 0 0 2】

##### 【従来の技術】

液体の燃料と液体の酸化剤とを推進薬とする二液式の推進装置であって、酸化剤として四酸化二窒素（以下、 $\text{N}_2\text{O}_4$ と略す）、燃料としてモノメチルヒドラジン（以下、 $\text{MMH}$ と略す）などを用いるものが知られている。このような二液式の推進装置は、人工衛星や軌道上作業機、月・惑星探査機、飛しょう体、打ち上げロケット等の姿勢制御や軌道変換用に好ましく適用されている。

#### 【0003】

しかし、 $\text{N}_2\text{O}_4$ や $\text{MMH}$ は毒性の強い化学種であることから、安全面での取り扱いに特別な配慮を有すること、また、漏洩事故による環境リスクを有することなどから、毒性の弱い酸化剤への切り替えの研究が進んでいる。

#### 【0004】

毒性の弱い酸化剤として、過酸化水素（以下、 $\text{H}_2\text{O}_2$ と略すことがある）が知られている。酸化剤として過酸化水素を使用する推進装置50の運転方法としては、一液モードと二液モードとが知られている。

#### 【0005】

図5は、推進装置50の一液モードを断面で示す模式図である。

#### 【0006】

一液モードとは、酸化剤30、すなわち第一の液体である過酸化水素を酸化剤供給手段10から供給する。この過酸化水素を触媒16によって分解し、高温の酸素ガス34及び高温の水蒸気36を得る。次いで、酸素ガス24及び高温の水蒸気36をそのまま推進装置50の外部に噴射し、推力を得る運転方法である。このような推進装置50は、当業者において一液式スラスタとも呼ばれている。

#### 【0007】

図6は、推進装置50の二液モードを断面で示す模式図である。

#### 【0008】

二液モードとは、一液モードによって高温の酸素ガス34及び高温の水蒸気36を得たところへ、さらに第二の液体として燃料32を燃料供給手段12から供給するものである。高温の酸素ガス34、高温の水蒸気36及び燃料32は、燃焼室14において合流する。これにより、燃料32と高温の酸素ガス34とが反応して高温の二酸化炭素38と高温の水蒸気36になり、これらも推進装置50

の外部に噴射することで、さらに大きな推力ないし比推力を得る運転方法である。このような推進装置は、当業者において二液式スラスタとも呼ばれている。二液式スラスタは高い比推力を必要とする場合で、推薬タンクが大型である場合等に一液式スラスタよりも好ましく利用される。

#### 【0009】

なお、比推力とは、推薬の単位重量あたりの推力を示す用語である。また、推薬とは、燃料と酸化剤とを総称した用語である。

#### 【0010】

ところが、推進装置 50 を二液モードで始動させることはできない。推進装置 50 を二液モードで運転するためには、まず燃料供給弁 12 V を閉じた状態で酸化剤供給弁 10 V を開いて一液モードで始動させ、燃焼室 14 の内部の温度及び圧力を十分に上昇させて燃料 32 の着火に必要な温度及び圧力の条件を確保した後、燃料供給弁 12 V を開いて燃料 32 の噴射を開始して二液モードに移行する、といった手順を必要としている。推進装置 50 を一液モードで始動させてから二液モードに移行するまでの所要時間は機種により、また運転条件により一定ではないが、数秒程度を要するものである。このため、人工衛星の姿勢制御用の推進装置や、飛しょう体の針路変更用の推進装置など、高い応答性を求められる場合には、二液モードは適さない面もある。

#### 【0011】

しかも、一液モードで始動した後に二液モードへ移行する方式においては、燃焼室 14 の内部の温度や圧力を検知する手段や、移行の時期を判定する手段を必要とすることから、重量増加や構造複雑化などの原因となる。

#### 【0012】

また、過酸化水素と純燃料との組み合わせでは、従来から使用されてきた毒性推薬である NTO と MMH との組み合わせに比べると着火しにくい性質がある。NTO と MMH の組み合わせであれば自己着火性を有するが、過酸化水素と純燃料との組み合わせではこのような性質が弱い。そのため、これを補うために酸化剤である過酸化水素については、燃料と着火させるために上流で厚い触媒層を通過させて分解、高温のガスとする必要があり、厚い触媒層が重量増加の原因とな



っている。この点からも、過酸化水素を用いる二液式の推進装置は、NTOやMHを用いる推進装置よりも軽量化を強く求められているのである。

#### 【0013】

ここで、着火にかかるメカニズムの詳細については未だ解明されていない。しかし、過酸化水素と有機燃料との混合物が爆発性を有することは、当業者に広く知られているところである。

#### 【0014】

なお、着火性能を向上させるために金属化合物やアミン等を添加剤として燃料に添加したり、反応性の高いアジ化物等を燃料の主成分として用いることで、燃料に過酸化水素との自己着火性を備えさせ、推進装置の応答性を高める工夫も知られている（たとえば特許文献1を参照）。

#### 【0015】

【特許文献1】 米国特許第5932837号（特にABSTRACT）

#### 【0016】

しかし、特許文献1に示される推進装置は、排ガスを含めた毒性、固形排出物による飛行物体周辺の汚染、燃烧器の閉塞等の問題が大きくなるので、適用先が限定される。また、アジ化物を用いると取り扱い性が悪化するので、適用先がさらに限定される。

#### 【0017】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、安全な推進剤を用いて、大きな推力と高い応答性とを兼ね備えてなる推進装置を提供することを目的とする。

また、本発明は、安全な推進剤を用いて、応答性の高い推進装置の着火方法を提供することを目的とする。

#### 【0018】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、燃烧室の内部に、予熱された表面積増大手段を備えた構成であることを特徴とする。

#### 【0019】

このように構成することにより、酸化剤である過酸化水素が燃料と着火しやすい温度環境や、酸化剤と燃料とが衝突しやすく且つ混合しやすい衝突・混合環境を整えられる。具体的には、予熱された表面積増大手段に向かって酸化剤と燃料を同時に吹き付ける。このようにすることで、燃料と酸化剤が混合しながら予熱した表面積増大手段により効率的に加熱されるとともに、反応が急激に加速され瞬時着火に至る。表面積増大手段に衝突させる前に、酸化剤ないし燃料を他の手段を用いて微粒化し、表面積増大手段に供給すればさらに効果的である。燃料と酸化剤の混合物が高温表面体上で爆発的な着火をする詳細なメカニズムは明らかとされていないが、現象としては当業者に知られているところである。また、酸化剤である  $H_2O_2$  は燃焼室よりも上流に位置する触媒層を通過する過程で分解し、 $H_2O_2$  分解ホットガスとなる。噴射された燃料は表面積増大手段上で分散されて表面積が増大しているので、 $H_2O_2$  分解ホットガスとの接触面積も大きくなり、瞬時着火に至るのである。

#### 【0020】

以下に、本発明による推進装置及びその着火方法を詳細に説明する。

#### 【0021】

本発明の第一の視点は、燃焼室に設けられた予熱手段と、前記燃焼室に向けて開口した液体燃料供給手段と、前記燃焼室に設けられた表面積増大手段と、前記燃焼室に向けて開口した酸化剤供給手段とを含んでなる推進装置である。 $H_2O_2$  と有機物（燃料）は、混合された状態で爆発性を有するが、自己着火性は小さく瞬時に着火するものではない。しかし、この視点の推進装置によれば、予熱した表面積増大手段に  $H_2O_2$  と燃料とをほぼ同位置に向けて噴射（供給）・衝突させる、もしくは  $H_2O_2$  と燃料とを何らかの手段で前もって混合した上で供給する、ないし両者を微粒化・混合させつつ供給することで瞬時に着火に至らしめることができる。これによれば、前述した二液式毒液推薬スラスタと同等の応答性やコンパクト性を、毒性の少ない推薬を用いた二液式スラスタで実現するという効果を発揮することができる。

#### 【0022】

本発明の第二の視点は、第一の視点に加えて、前記液体燃料供給手段の開口す

る向き及び前記酸化剤供給手段の開口する向きの一方又は両方は前記表面積増大手段に向かうベクトルを含むことを特徴とする推進装置である。この推進装置によれば、液体燃料及び酸化剤の一方又は両方は表面積増大手段に向かって噴射されるので、表面積増大手段と推進薬の衝突により微粒化や混合が促進されるとともに、酸化剤と燃料とが接触する接触表面積が増えるので瞬時に着火でき、推進装置として高い応答性を得るという効果を発揮することができる。

#### 【0023】

本発明の第三の視点は、第一又は第二の視点に加えて、前記表面積増大手段に接続して熱を供給する予熱手段をさらに含んでなることを特徴とする推進装置である。この推進装置によれば、表面積増大手段が予熱手段を兼ねることができるので、重量を小さくできて有利である。

#### 【0024】

本発明の第四の視点は、第一ないし第三の視点に加えて、前記表面積増大手段の形状は網形状、又は網を積層した積層網形状又はハニカム形状であることを特徴とする推進装置である。この推進装置によれば、表面積増大手段を軽量化することができる。また、表面積増大手段の質量が小さくなるので温度を高めるための熱量が少なくて済み、予熱を速やかに行うことができる。

#### 【0025】

本発明の第五の視点は、第一ないし第四の視点に加えて、前記表面積増大手段の化学種は、銀、白金、パラジウム、ルテニウム及びイリジウムの群から選ばれるいずれか一以上であることを特徴とする推進装置である。この推進装置によれば、表面積増大手段が、過酸化水素を分解する分解触媒としての機能を兼ねるので、スムーズな着火性と高い応答性とを発揮することができる。

#### 【0026】

本発明は、前記の群に記載されない金属、たとえばニッケルを表面積増大手段として採用することを妨げるものではない。しかし、ここに記載されない金属を用いるとハード着火の発生する確率が高くなる。ハード着火とは、着火遅れにより多量の推薬が一気に反応する爆発性の着火、との意味であるが、これはハードウェアとしての信頼性を考えると好ましいものではない。ここで、第五の視点で

列挙した化学種はいずれも、 $H_2O_2$ を分解する触媒性能を備える貴金属であるため、結果としてハード着火の問題を回避しやすい。ハード着火とその回避にかかるメカニズムについては後述する。なお、ハードウェアの信頼性に対する要求が比較的低い状況であれば、比較的安価な耐熱合金等を採用してコストダウンを図ることができる。このような耐熱合金としては、ニッケル合金やニオブ合金が知られている。

#### 【0027】

次に、図4を参照しながら一種類ないし複数種類の貴金属の使用形態を説明する。図4の(a)ないし(d)は、表面積増大手段である金属製の網18の素線を断面で示した図である。この図では素線である第一の化学種の塊20や、第一の化学種の微粒子26や第二の化学種の微粒子24の断面をいずれも円で表現しているが、本発明はこれらの断面を円に限定するものではないことはもちろんである。

#### 【0028】

ここに列挙した化学種を複数用いる形態としては、たとえば図4(a)に示す第一の化学種の塊20の表面の一部だけを第二の化学種のメッキ層22で覆う形態、図4(b)に示す第一の化学種の塊20の表面に第二の化学種の微粒子24を担持させておく形態、第一の化学種からなる網と第二の化学種からなる網とを交互に積層させておく形態、ここに列挙していない化学種の塊の表面に第一の化学種の粒子と第二の化学種の粒子とを担持させておく形態など、種々の形態がありうる。もちろん、三種類又はそれ以上の化学種を混在させて用いても良いことはもちろんである。

#### 【0029】

また、ここに列挙した化学種を一種類だけ用いる形態として、図4(c)に示す第一の化学種の塊20の表面の全部を第二の化学種のメッキ層22で覆う形態も採用できる。具体的には、第一の化学種には前述した貴金属の中でも比較的安価な種類を採用し、第二の化学種には貴金属の中でも比較的高価な種類を採用する。すると、見かけ上は第二の化学種だけが網18の表面にあらわれて利用されることとなる。この形態であれば、第二の化学種のメッキが仮に剥離しても、そ

ここに第一の化学種が現れて、前述した化学種を複数用いる形態として、引き続き有効に作用することとなる。このように構成した表面積増大手段は、高価な貴金属の使用量を減少させる効果を発揮することができる。しかも、大型のハードウェアを製作する際にはコストダウンとともに、触媒表面状態の活性を最適化することが可能、との効果も発揮することができる。もちろん、先に列挙しなかった化学種の塊の表面に、先に列挙した化学種をメッキさせる形態であってもよい。例えば、銀の使用量を減らすために、ニッケル合金ないしステンレスのワイヤー（網）に銀メッキする方法も知られている。

#### 【 0 0 3 0 】

第一ないし第二の化学種の塊の表面に第一の化学種をメッキすることにより、表面の微小凹凸を高め、表面積を増大させることができる。このようなことは、メッキの工程で電流密度制御を最適に行って成し得ることである。たとえば、ワイヤー材から製作した銀網では、表面は比較的平坦なものである。しかし、ワイヤー材に予め銀メッキしておくか、あるいは銀網に銀メッキすることにより、表面の微小凹凸を増やすことが可能になることが知られている。

#### 【 0 0 3 1 】

また、別の変形として、図 4（d）に示す第一の化学種の塊 2 0 の表面に第一の化学種の微粒子 2 6 を担持させておく形態も採用できる。このように構成した表面積増大手段は、塊だけのものに比べて、巨視的面積あたりの微視的表面積が大きくなるので、反応活性が高くなるとの効果を発揮することができる。たとえば、白金の塊の表面に白金の微粒子を担持させたもの、すなわち白金黒（はっきんこく）がこの形態に該当する。

#### 【 0 0 3 2 】

さらに、別の変形として、過酸化水素を分解する分解触媒としては不活性な物質、たとえばアルミナ、シリカ、シリカゲル等から選ばれるセラミックを担持体とし、この表面に第一の化学種の微粒子を担持させておく形態も採用できる。この形態であれば、セラミックに強度性能を分担させることができる。この場合のセラミックとは、古来から知られる陶磁器（c e r a m i c）であることを妨げるものではないが、強度や耐熱性に優れたセラミック、つまり当業者においてフ

ァインセラミックと称されるものを用いることにより、推進装置全体の信頼性を高めることができる。

### 【0033】

#### 【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

### 【0034】

図1は、本発明の推進装置2の第一の実施例の断面を表現した模式図である。

### 【0035】

図1は、紙面上で見て右向きに排ガスを噴射して左向きに進む推進装置2を断面で示す模式図である。推進装置2の内部には金属製の網18が実装されている。ここで、図示しない酸化剤貯留手段から酸化剤供給弁10Vを経由して流量を適宜調整された酸化剤30が、酸化剤供給手段10によって推進装置2の内部に噴射される。同様に、図示しない燃料貯留手段から燃料供給弁12Vを経由して流量を適宜調整された燃料32が、燃料供給手段12によって推進装置2の内部に噴射される。ここで、酸化剤30及び燃料32は理想的には網18のうちの一点、この図で表現すれば網18の中心点で出合うように噴射される。そのために、酸化剤供給手段10及び燃料供給手段12は、いずれも推進装置2の壁面に対して斜め、この図の例では約45度の角度を有して開口させている。

### 【0036】

この推進装置2において、燃焼室14の範囲は明確に規定できるものではない。しかし、酸化剤30と燃料32が網18上で出合う点が燃焼の始まる点であることと、燃焼によって生成する水蒸気36や二酸化炭素38の進行し得る向き、すなわち燃焼が広がる向きが紙面上で見て右向きであることを考慮すれば、網18及びその下流側近傍を燃焼室14と理解すればよい。

### 【0037】

推進装置2の右側をくびれた形状としているのは、水蒸気36や二酸化炭素38の噴射する向きを整える目的である。ただし、このことは本発明の趣旨とは直接関係ないので、詳細な説明は省略する。

### 【0038】

酸化剤 30 としては液体の過酸化水素が採用される。過酸化水素の濃度は特に限定はない。しかし、過酸化水素の濃度が低いと酸化剤 30 を余計に搭載しないと所定の推力を発揮しえず、また、余計に搭載した酸化剤 30 が負荷になって不利である。すなわち、高い比推力を得るためには、濃度は高ければ高いほど好ましい。これらを考慮するに、過酸化水素の好ましい濃度は 50 重量%以上、さらに好ましくは 80 重量%以上、特に好ましくは 90 重量%以上であって、いずれも上限はない。

#### 【0039】

過酸化水素の濃度が 100 重量%に近くなればなるほど過酸化水素の単価は上がるので、その点だけに着目すると、これは一見すると不利であるように映る。しかし、濃度が高くなればなるほど、余計な推薬を搭載しなければならないコストを減らすことができ、過酸化水素の単価が上がるデメリットを補ってなお余りあるものである。余計な推薬を搭載することは、推薬自体を打ち上げるためにさらに余計な推薬を搭載することを意味するので、ますます都合の悪いことである。

#### 【0040】

特に、宇宙ロケットの打ち上げに用いる推進装置の場合は飛行物体を重力に逆らって打ち上げるのであるから、わずかな軽量化であっても、全体として大きなコストダウンとなる。宇宙ロケットの打ち上げで用いられる推薬としては、たとえば 99.9 重量%の過酸化水素を用いても、濃度が過剰に高いということにはならないことがある。

#### 【0041】

酸化剤供給手段 10 の形状に特に制限はなく、たとえば円筒形状や拡管形状のものを採用することができる。

#### 【0042】

また、酸化剤供給手段 10 を網 18 の上流に位置させて、燃焼室に向けてまっすぐ又は斜めに開口する形態であっても、同様の効果を得ることができる。図 2 は、このような構成の推進装置 2 の断面を示したものである。

#### 【0043】

なお、推進装置は、排ガスを図1で見て左から右に噴射するものであって、左が上流、右が下流である。

#### 【0044】

燃料32の種類には特に制限はなく、エタノールに代表されるアルコール系燃料、アセトンやメチルエチルケトンに代表されるケトン系燃料、JP-8やJP-10やケロシンに代表される炭化水素系燃料、テトラメチルエチレンジアミンやトリエチルアミンに代表されるアミン系燃料のいずれか一、あるいはこれらの混合物を用いることができる。JP-8やJP-10とは当業者に良く知られた航空燃料の呼称である。

#### 【0045】

燃料供給手段12の形状に特に制限はなく、たとえば円筒形状や拡管形状のものを採用することができる。ここで、燃料供給手段12は、燃烧室の下流から上流に向けて斜めに開口している。開口させる向きに特に制限はない。しかし、 $H_2O_2$ と混合したり、網18上での加熱を $H_2O_2$ と燃料とで同時に行ったりして瞬時着火性を得るのが好ましいことを考えると、基本的には $H_2O_2$ の噴射と燃料の噴射とは網18の同一点上を標的に供給させることが好ましい。図1の例では、 $H_2O_2$ と燃料とを右上方向と右下方向からそれぞれ噴射させることで、両者の噴射方向の仮想線が網18上の一点で互いに交差するようになっている。

#### 【0046】

図1のように構成した推進装置2では、従来の推進装置50が備えていた厚い触媒16の代わりに薄い触媒18を使用することができるので、小型化、軽量化、低廉化などの観点で有利である。また、構造が単純になるので信頼性も向上する。さらに、図1のように構成した推進装置2では一液モードそのものを不要とすることができるので、起動性に優れた推進装置となる。

#### 【0047】

燃料供給弁12Vを通して燃料供給手段12から燃料32を供給する流量速度と、酸化剤供給弁10Vを通して酸化剤供給手段10から酸化剤30を供給する流量速度とは、燃料の種類や推進装置の機種によって異なるものであるが、その都度に当業者が適切に設定し得るものであるから、詳細な説明は省略する。



## 【0048】

また、図1に示す推進装置2では、図示しない予熱手段が網18に接続されており、網18に熱を供給できるようになっている。予熱手段の種類に特に限定はなく、たとえば電熱導線や赤外線照射などの手段を採用することができる。予熱の程度は燃料32の沸点に対して十分に高い温度であることが好ましい。より具体的には、アルコールであるエタノールやケトンであるアセトンの場合は摂氏100度以上とすると好ましく、摂氏150度以上とするとさらに好ましい。

## 【0049】

ただし、必ずしも燃料32の沸点をこえなくとも、その温度に近い温度を作り出せば、燃烧性能を高める効果を得ることができる。つまり、沸点に近い温度であれば燃料32の蒸気圧が高まり、燃料や $H_2O_2$ のガス化が促進され、また、推薬の反応活性化が促進されるからである。

## 【0050】

実験によれば、摂氏182度の沸点をもつJP-10を摂氏150度に予熱しただけでも着火することが確認されている。

## 【0051】

さらに、図1に示す推進装置2では網18の材質が銀である。網18の材質を銀とすることにより、過酸化水素を分解する反応の触媒能力を持たせることができるので、前述のハード着火の問題を回避することができる。このような触媒能力を備える材質としては、銀のほか、白金、パラジウム、イリジウム、ルテニウムなどがある。

## 【0052】

着火及びハード着火の詳しいメカニズムについては未だ解明されていない。ただし、現段階で分かっている現象を説明すると、次のようになる。すなわち、過酸化水素を分解する反応の触媒能力に乏しい金属を網18の材質として採用すると、着火遅れが大きくなって推薬が多量にたまった状態で一気に反応するため、スパイク的な高圧力を発生し、ハードウェアを損傷する方向にも作用してしまう。このような着火は、当業者においてハード着火と呼ばれている。しかし、触媒能力を有する前述の貴金属を網18の材質として採用すると、 $H_2O_2$ がまず分

解し、ガス化し、ガス化で発生した酸素が燃料と接触して着火する。この場合、液体  $H_2O_2$  がそのまま燃料と接触して着火する場合に比べて、穏やかな着火となる。このような着火は、当業者においてマイルドな着火と表現されている。

#### 【0053】

また、触媒能力を有する貴金属を採用するもう一つの技術的な目的は次のとおりである。すなわち、万一、着火が行われなかった場合でも、 $H_2O_2$  成分を速やかに分解し、安全にしてから推進装置の外部に排出する効果を得る目的である。つまり、 $H_2O_2$  が分解されないまま推進装置の外部に排出される場合よりも、安全性に優れるのである。

#### 【0054】

ここで、列挙した貴金属の触媒活性は相互に大差がない。低コストを優先する場合は銀が好ましく採用できる。逆に、耐久性を優先する場合はイリジウムやルテニウムが好ましく採用できる。入手のしやすさと中庸的な耐久性とを両立させたい場合は白金を採用することができる。ここで耐久性とは、耐熱性の問題である。つまり、長秒時の燃焼に曝されることに耐えられるか否かが問われる。耐熱性の高いものを選びたい場合は、融点の高いものを選べばよい。ここに各々の融点を記せば次のとおりである。イリジウム（摂氏 2446 度）＞ルテニウム（摂氏 2250 度）＞白金（摂氏 1768 度）＞パラジウム（摂氏 1555 度）＞銀（摂氏 962 度）。

#### 【0055】

また、ここで列挙した貴金属の純度には特に制限はない。ただし、入手できる範囲内で高い純度のものを用いることが好ましい。純度が低ければ、不純物を含む分だけ重量がかさむからである。本発明の分野で軽量化が重要である旨は前述したとおりである。入手しやすい種類としては、たとえば市販のプラチナ 900 がある。これは、白金 90 重量％とパラジウム 10 重量％とを含む合金である。

#### 【0056】

網 18 に接続して熱を供給する手段を任意に設けることができ、これによって過酸化水素の分解を促進することができる。

#### 【0057】

## (実験例)

推進装置の着火部分の材質と形状を模擬した試験装置を用い、着火試験を行った。試験装置は、定常的な燃焼ではなく起動時の着火性を確認するためのものである。燃焼室 14 を備えない。酸化剤供給手段 10 と燃料供給手段 12 と網 18 との位置関係は図 1 と同様であるので、図示を省略する。燃料 32 としてエタノールを使用、酸化剤 30 として  $H_2O_2$  を使用、表面積増大手段は網形状のものを採用、さらに網 18 は銀製を採用し、この銀製の網 18 を予熱した状態においた。

## 【0058】

この条件で着火試験を行ったところ、酸化剤と燃料が接触してから 15 ミリ秒での着火を確認した。なお、時間の計測は高速度カメラ撮影によって行った。この着火性は、毒性推薬を用いた推進装置に近いものである。

## 【0059】

図 3 は、本発明の推進装置の第二の実施例を断面で示す模式図である。

## 【0060】

第二の実施例はたとえば、酸化剤 30 が触媒 16 を通過した後に  $H_2O_2$  分解ホットガスとなって燃焼室に入る点において第一の実施例とは異なる。この場合、 $H_2O_2$  分解ホットガスとは、 $H_2O_2$  が分解して生成する酸素 34 と水蒸気 36 との総称である。しかし、第一の実施例では  $H_2O_2$  が分解して酸素 34 と水蒸気 36 が生成すると同時に燃料 32 と出合うところ、第二の実施例では  $H_2O_2$  が触媒 16 を通過する過程で分解して生成した酸素 34 と水蒸気 36 が、網 18 上で燃料 32 と出合うまでに若干の時間遅れが生ずるだけのことであるから、結果的には両者の奏する効果は同一である。

## 【0061】

また、酸化剤 30 が推進装置 2 の軸方向に平行に噴射される点も第一の実施例とは異なる。しかし、網 18 の一点上において燃料 32 と出合うことは第一の実施例と同一であって、奏する効果も同様である。

## 【0062】

第二の実施例は、従来型  $H_2O_2$  二液スラスタの着火方式の要所を重点的に改

良したものである。従来型  $H_2O_2$  スラスタでは、高温の  $H_2O_2$  分解ガス中に燃料を直接噴射していた。この方式は安定な着火が可能であるが、その反面、一液モードを経て十分に温度と圧力とを高めた状況で燃料を吹き付ける必要があり、二液モードへの移行に時間がかかる等の問題点は前述したとおりである。本発明の第二の実施例はこの点を改良したものである。具体的には、予熱した表面積増大手段に燃料を噴射させることで、燃料側も一部をガス化させるとともに、残りの燃料も表面積増大手段上に展開し、 $H_2O_2$  が分解して生成した分解ガスとの接触表面積や接触時間を増大させることができる。このように構成すると、着火性が向上し、応答性を向上することができる。

#### 【0063】

また、推進装置としての応答性に対する要求が比較的低い場合であっても、第二の実施例は次のような効果を発揮することができる。すなわち、着火性が向上した結果として、着火反応に必要な燃焼室 14 の容積を小さくすることができ、燃焼室 14 を軽量化できる。このことは、推進装置 2 そのものを小さくし、軽量化することを意味する。ここで、一液モードで推進装置を起動した場合、過酸化水素が分解されて生成した分解ホットガスそのものが有する熱によって網 18 を予熱することができるので、専用の予熱手段を備えなくても所定の性能を得ることも可能になる。

#### 【0064】

第二の実施例における網 18 は、好ましくは予熱された金属網は、 $H_2O_2$  が分解されて生成した生成ガスと、燃料 32 との間に配置されている。これにより、燃料 32 のガス化と、燃料 32 と前記生成ガスとの反応活性化を促進することができる。なお、接触表面積を増大させる効果については第一の実施例と同様である。

#### 【0065】

必要に応じて、酸化剤供給手段 10 と燃焼室 14 の間に加熱手段を設けることができる。これによって、過酸化水素の分解を促進するので着火がスムーズにでき、推進装置として高い応答性を発揮することができる。

#### 【0066】

第二の実施例では一液モードを不要とすることはできないが、一液モードの所要時間を短縮することができる。第二の実施例は従来の推進装置に比べて、一液モードから二液モードに移行するにあたって要求される圧力や温度の条件が緩和される。具体的には、比較的低い圧力や比較的低い温度であっても二液モードに移行できる。これにより、一液モードの起動を基準として、二液モードへの移行の時間を短くすることができる。また、燃焼室を小さく設計することが可能になるのである。

#### 【0067】

本発明の推進装置は前述したように、従来からある $H_2O_2$ を用いた二液式スラスタに比べて応答性が高く、かつコンパクトとなっている。また、本発明の推進装置は、応答性・比推力・コンパクト性・シンプル性のいずれに着目しても、従来からあるNTOとMMHとを組み合わせた毒性推進スラスタに近いものであり、NTOやMMHの高い毒性に起因する取扱いの困難さを回避できるものである。

#### 【0068】

従って、本発明の推進装置は人工衛星、軌道上作業機、月探査機、惑星探査機、誘導飛しょう体、打ち上げロケットのように、迅速な姿勢制御を要求される飛行物体の姿勢制御用に特に好ましく適用することができる。

#### 【0069】

飛行物体が誘導飛しょう体や打ち上げロケットの場合は進行用の主たる推進装置を別に設けたうえで、本発明の推進装置を副たる推進装置として、すなわち姿勢制御専用を用いることができる。姿勢制御専用としての推進装置は、小さな推力でも効果を発揮する。なお、任意の向きに姿勢を制御するためには、姿勢制御専用としての推進装置を複数設けることが好ましい。ここで云う姿勢制御とは、飛行物体の進行する軌道を修正又は変更する、との意味も含んでいる。

#### 【0070】

いずれの飛行物体においても、主たる推進装置と副たる推進装置を本発明の推進装置で以って兼用することもできることは、もちろんである。ただし、推進装置が一つでは姿勢の制御が難しいので、飛行物体は複数の推進装置を備えること

が好ましい。

#### 【0071】

また、動力によらず軌道上を進行する飛行物体においては主たる推進装置は不要であるから、本発明の推進装置だけを備えていても良い。このような飛行物体としては、たとえば人工衛星を挙げることができる。

#### 【0072】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、毒性の低い推薬を採用した推進装置であって、大きな推力ないし比推力と、高い応答性とを兼ね備えた推進装置を提供することができる。

また、本発明によれば、姿勢制御性能に優れた飛行物体を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明にかかる推進装置の断面を示す模式図である。

#### 【図2】

本発明にかかる推進装置の断面を示す模式図である。

#### 【図3】

本発明にかかる推進装置の断面を示す模式図である。

#### 【図4】

本発明にかかる推進装置に実装される金属網の素線の断面を示す模式図である。

#### 【図5】

従来の推進装置の一液モードにおける断面を示す模式図である。

#### 【図6】

従来の推進装置の二液モードにおける断面を示す模式図である。

##### 【符号の説明】

2…推進装置

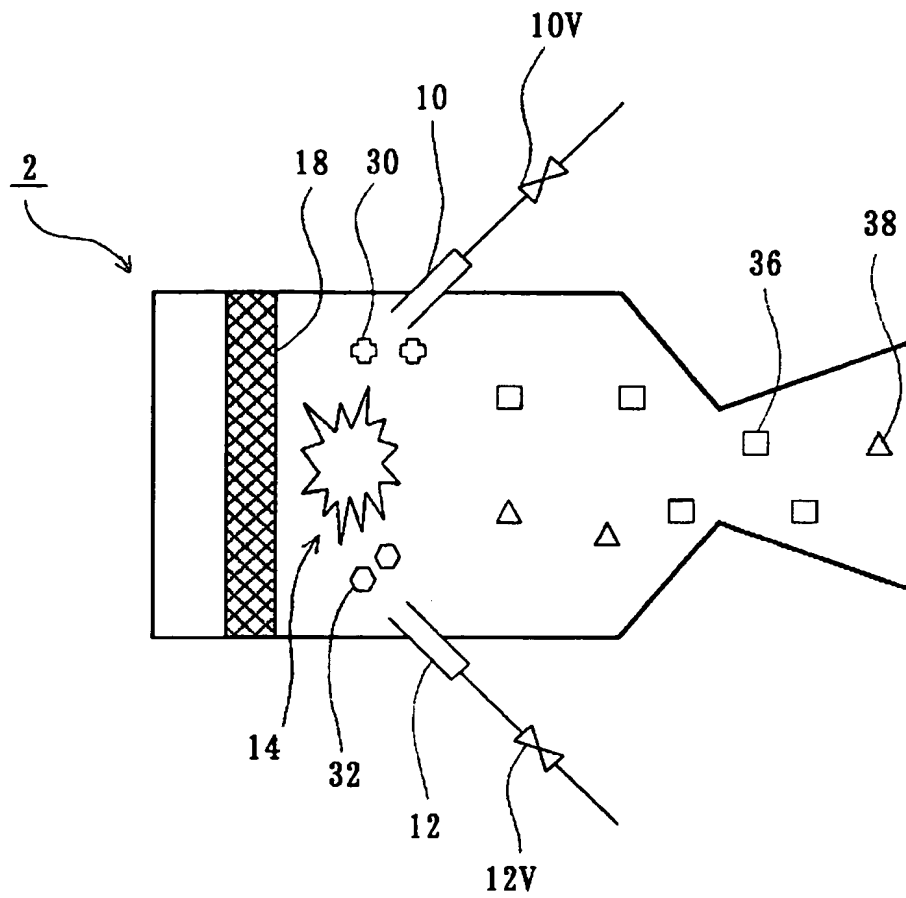
10…酸化剤供給手段

10V…酸化剤供給弁

- 1 2 …燃料供給手段
- 1 2 V …燃料供給弁
- 1 4 …燃焼室
- 1 6 …触媒
- 1 8 …網
- 2 0 …第一の化学種の塊
- 2 2 …第二の化学種のメッキ層
- 2 4 …第二の化学種の微粒子
- 2 6 …第一の化学種の微粒子
- 3 0 …酸化剤
- 3 2 …燃料
- 3 4 …酸素
- 3 6 …水蒸気
- 3 8 …二酸化炭素
- 5 0 …推進装置

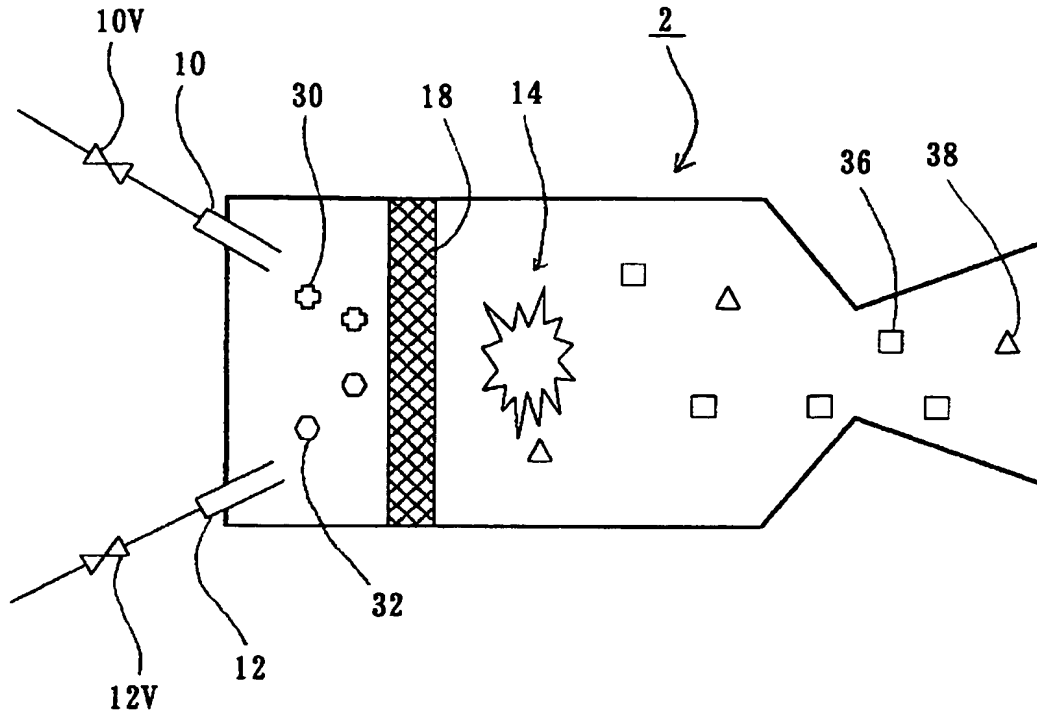
【書類名】 図面

【図 1】

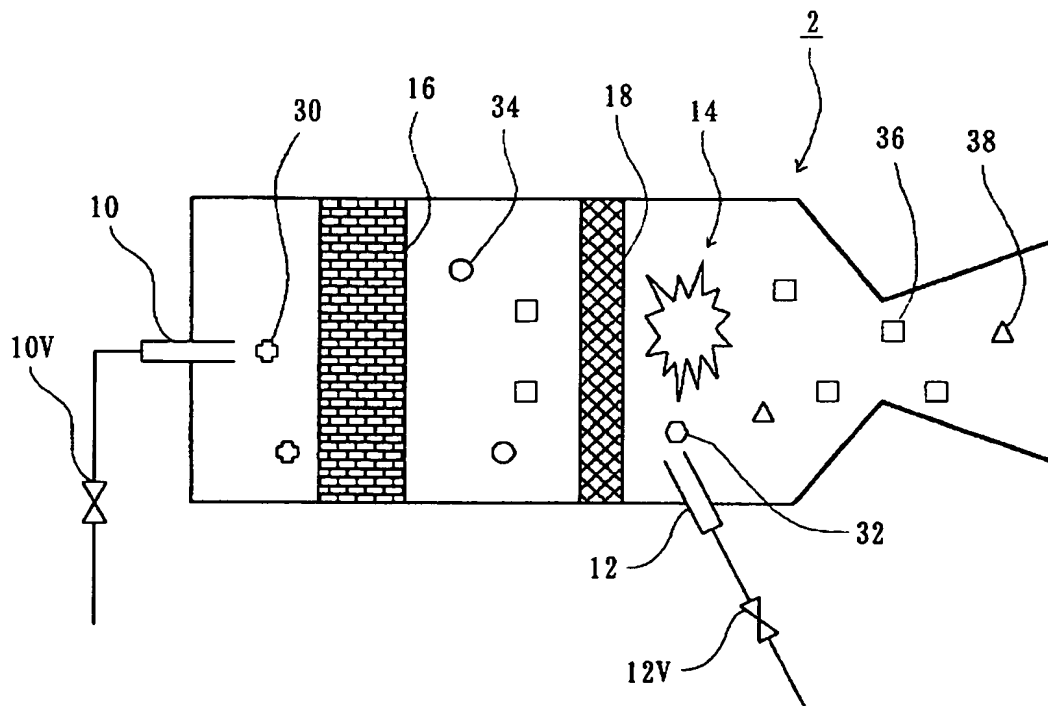




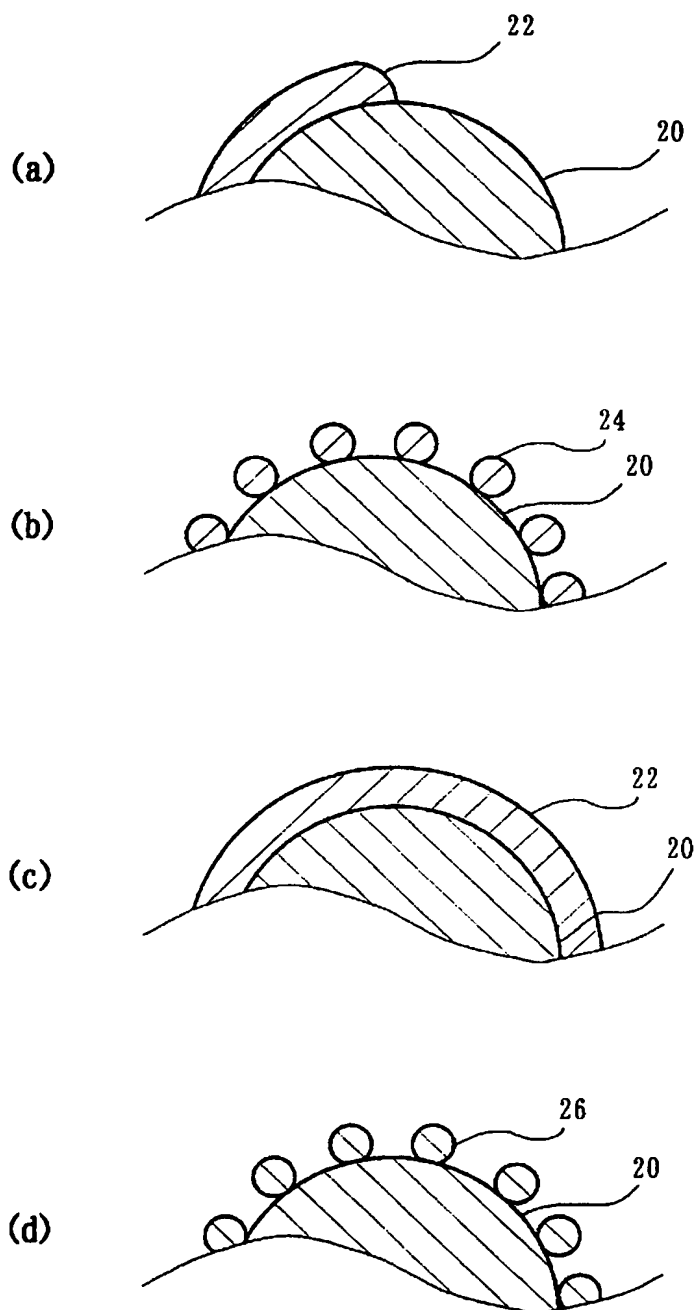
【図 2】



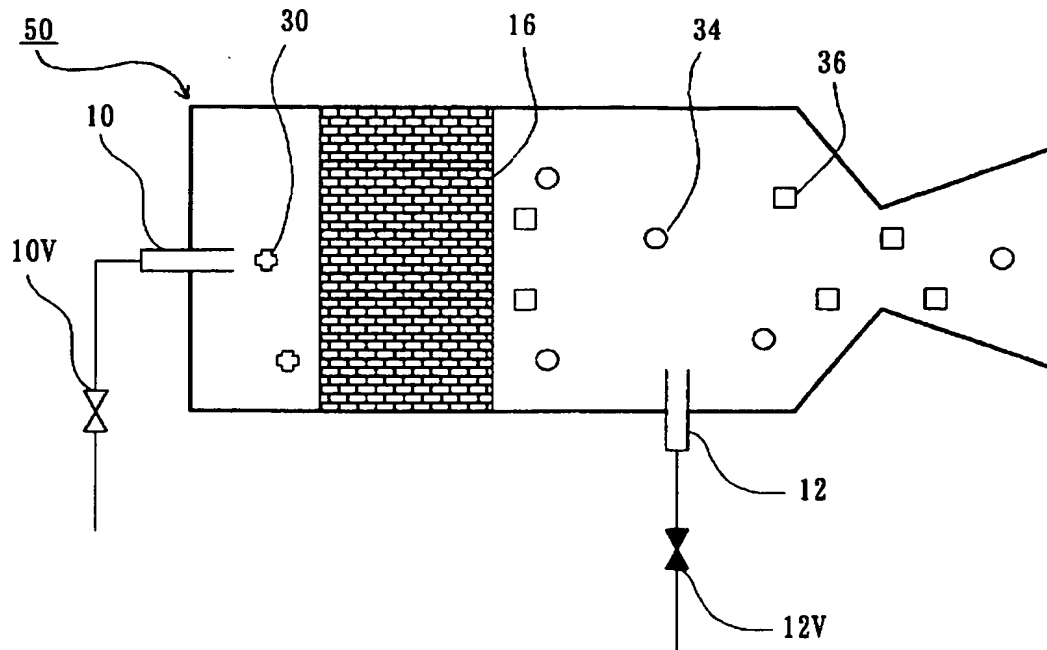
【図 3】



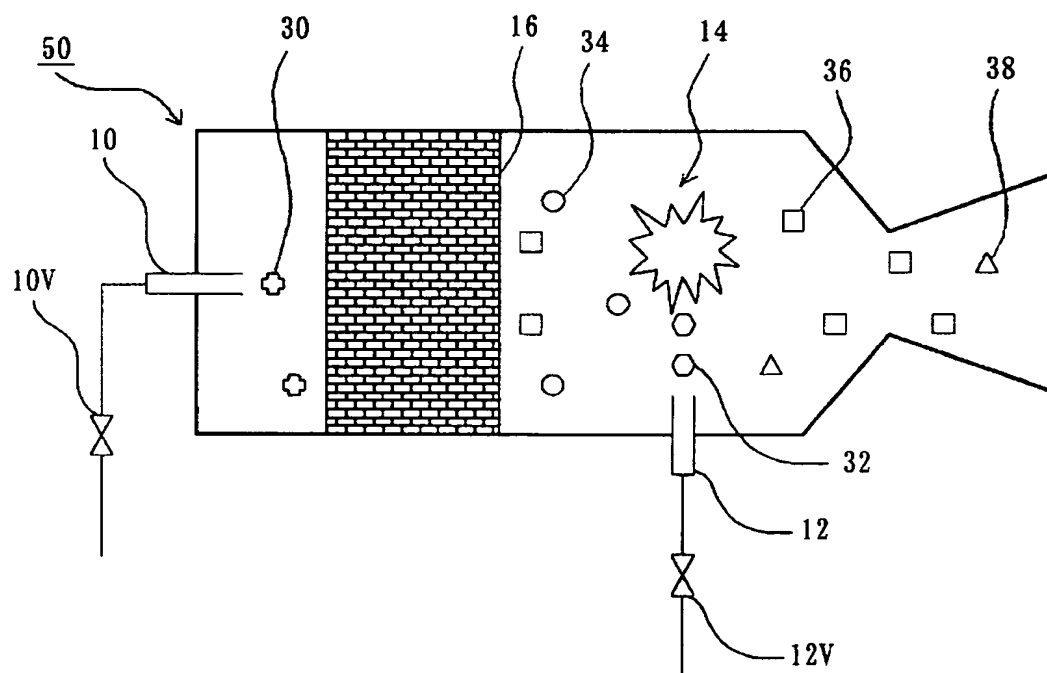
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安全な過酸化水素を酸化剤として用いる二液式の推進装置であって、大きな推力と高い応答性とを兼ね備えた推進装置を提供する。

【解決手段】 燃焼室 1 4 の内部に予熱した網 1 8 を設け、酸化剤供給手段 1 0 および燃料供給手段 1 2 とをいずれも網 1 8 に向けて開口した構成とし、酸化剤 3 0 と燃料 3 2 とを網 1 8 上において微粒化して表面積を増大させるとともに加熱し、網 1 8 上における酸化剤 3 0 の分解を促進するとともに、燃料 3 2 との衝突や混合を短時間のうちに行なわせることにより瞬時着火性が得られるようにする。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 4 9 4 8 1
受付番号	5 0 3 0 0 3 1 0 7 5 5
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0 0 9 3
作成日	平成 1 5 年 2 月 2 7 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成 15 年 2 月 26 日

特願 2 0 0 3 - 0 4 9 4 8 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 2 0 8 ]

1. 変更年月日            1 9 9 0 年    8 月 1 0 日  
   [変更理由]            新規登録  
     住 所                東京都千代田区丸の内二丁目 5 番 1 号  
     氏 名                三菱重工業株式会社
  
2. 変更年月日            2 0 0 3 年    5 月    6 日  
   [変更理由]            住所変更  
     住 所                東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号  
     氏 名                三菱重工業株式会社